



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Fisica e Chimica - Emilio Segrè
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2022/2023
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2023/2024
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	FISICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	GAUGE THEORIES
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	C
<b>AMBITO</b>	20901-Attività formative affini o integrative
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	22618
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	FIS/02
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	LORENZO SALVATORE Professore Associato Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	98
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	52
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	2
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>LORENZO SALVATORE</b> Lunedì 10:00 12:30 Via Archirafi 36, 90123 Palermo Venerdì 10:00 12:30 Via Archirafi 36, 90123 Palermo

DOCENTE: Prof. SALVATORE LORENZO

<b>PREREQUISITI</b>	Teoria del campo elettromagnetico, Meccanica analitica e relatività, meccanica quantistica relativistica. Quantizzazione canonica del campo elettromagnetico, campo scalare, campo di Dirac
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	Conoscenza e comprensione: comprensione dei concetti e delle tecniche centrali alla base delle attuali teorie delle interazioni fondamentali, in particolare il principio di gauge e il gruppo di rinormalizzazione. Capacità di apprendimento: acquisizione di un metodo di studio critico, inclusi libri e articoli non menzionati durante il corso. Applicare conoscenza e comprensione: comprendere le implicazioni delle simmetrie di gauge locali e globali nella dinamica di una teoria di campo. Autonomia di giudizio: sviluppare il pensiero critico e le capacità di risoluzione dei problemi con l'applicazione a una vasta gamma di problemi pratici nella teoria dei campi quantistici. Abilità comunicative: comunicare e spiegare concetti della teoria quantistica dei campi a un pubblico di loro pari.
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	La verifica consiste in una prova orale in cui lo studente espone, nel tempo di circa 30 minuti, un argomento del corso assegnato precedentemente. La prova ha lo scopo di valutare la proprietà di linguaggio dello studente, verificare il grado di conoscenza e di approfondimento dell'argomento assegnato e più in generale le sue relazioni con altri concetti sviluppati nel corso. La valutazione complessiva sarà formulata sulla base dei seguenti criteri: - insufficiente: il candidato non possiede una conoscenza minima dell'argomento assegnato; - sufficiente (18-21): il candidato possiede una conoscenza di base dell'argomento assegnato ma una insufficiente capacità di utilizzare in modo autonomo le conoscenze acquisite; - soddisfacente (22-25): il candidato non ha piena padronanza dell' argomento assegnato ma possiede una sufficiente capacità di utilizzare autonomamente le conoscenze acquisite; - buona (26-28): il candidato ha una buona padronanza dell' argomento assegnato possiede una discreta proprietà di linguaggio e dimostra una sufficiente capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite; - ottima (29- 30 e lode): il candidato dimostra ottima conoscenza e padronanza dell'argomento assegnato, ottima proprietà di linguaggio ed è in grado di contestualizzare le conoscenze acquisite all'interno della teoria dei campi.
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	L'obiettivo principale di questo corso è raggiungere una moderna comprensione della teoria quantistica dei campi, in particolare dei principi alla base delle simmetrie di gauge e del Modello Standard. Imparare ad usare gli integrali funzionali per la teoria delle perturbazioni nella teoria quantistica dei campi. Imparare ad applicare tecniche di rinormalizzazione e regolarizzazione nella teoria quantistica dei campi. Comprendere come la quantizzazione di una teoria di gauge non abeliana differisca da quella di una teoria abeliana. Comprendere il concetto di simmetria di gauge, la rottura spontanea della simmetria e il meccanismo di Higgs. Comprendere la necessità di una formulazione non perturbativa della teoria dei campi e come ciò possa essere ottenuto attraverso la formulazione della teoria su reticolo.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali e esercitazioni.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	Ashok Das, Field Theory: A Path Integral Approach, World Scientific (2019), ISBN: 9789811202544 D. Bailin, A. Love, Introduction to gauge field theory, Taylor & Francis Group, ISBN: 075030281X H. J. Rothe, Lattice Gauge Theories: An Introduction, World Scientific (2012), ISBN: 9789814365857 M. Guidry, Gauge Field Theories, Wiley-VCH (2004), ISBN: 9783527617357 Other suggested textbook: I. Aitchison - Gauge Theories in Particle Physics - A Practical Introduction, CRC Press (2013), ISBN: 9781466512993 I. Aitchison - Gauge Theories in Particle Physics - QCD and The Electroweak Theory, CRC Press (2013), ISBN 9781466513075 J.B. Kogut, An introduction to lattice gauge theory and spin systems, Reviews of Modern Physics 51, 659, (1979), DOI: 10.1103/RevModPhys.51.659

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	Integrali di cammino nella meccanica quantistica non relativistica. Ampiezze di transizione. Integrali di cammino per sistemi di spin.
3	Teoria quantistica dei campi scalari: il funzionale generatore. Funzioni di Green per campo libero. Azione efficace e funzioni di Green irriducibili.
3	Teoria Phi-4: teoria delle perturbazioni, ampiezze di scattering, rinormalizzazione a un loop.

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	Teoria quantistica dei campi fermionici: integrali di cammino su variabili di Grassmann. Il funzionale generatore. Ampiezze di scattering con fermioni.
3	Introduzione alla teoria dei gruppi. Gruppi di Lie e Algebra di Lie.
3	Teoria di gauge abeliana e non abeliana.
3	Quantizzazione della teoria del campo di gauge: Gauge fixing e campi ghost.
3	Rottura spontanea di simmetria: caso ferromagnetico. Rottura spontanea di una simmetria discreta. Rottura spontanea di una continua simmetria globale.
3	Il meccanismo di Higgs: caso abeliano e non abeliano. Masse dei fermioni. Istantoni.
2	Regole di Feynman per la teoria elettrodebole: invarianza $SU(2) \times U(1)$ . Rottura spontanea dell'invarianza di gauge locale $SU(2) \times U(1)$ .
3	Cromodinamica quantistica: teoria di gauge di colore $SU(3)$ .
2	Teoria di gauge su reticolo : il campo scalare libero
2	Teoria di gauge su reticolo: Fermioni. The doubling problem. Fermioni di Wilson.
2	Teorie di gauge su reticolo: campi di gauge abeliani. QED su reticolo.
2	Teorie di gauge su reticolo: campi di gauge non abeliani. QCD su reticolo.
ORE	Esercitazioni
3	Rappresentazione tramite integrali di cammino della funzione di partizione termodinamica per alcuni sistemi bosonici e fermionici.
3	Integrale di cammino per le teorie di gauge. Invarianza BRST e identità di Ward.
3	Loop di Wilson in QED e QCD
3	Teorie di gauge su reticolo: teoria $Z_2$ e ordine topologico.